

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

**Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.**

**Defects in the images may include (but are not limited to):**

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

PAT-NO: JP411028900A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11028900 A

TITLE: METHOD FOR REMOVING COATING BY USING LASER BEAM AND  
LASER PROCESSOR

PUBN-DATE: February 2, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

TSUNEMI, AKIRA

TAKUSAGAWA, TERUHIKO

FUNABIKI, YUKIKO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

SUMITOMO HEAVY IND LTD

JAPAN AIRLINES CO LTD

COUNTRY

N/A

N/A

APPL-NO: JP10059966

APPL-DATE: March 11, 1998

INT-CL (IPC): B44D003/16, B01J019/12 , B08B003/12

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To remove a coating film without using chemicals by emitting a laser beam to a surface of an object to be processed fromed with the film on its surface by using an energy density veritable optical system of the beam on the surface of the object, and removing an upper layer part of the film by ablation.

SOLUTION: A laser beam entering a laser emitting head 10 is emitted to a surface of an object 1 to be processed, and a coated surface is removed by ablation. When energy density of the beam on the surface of the object 1 is excessively low, the film is not ablated. Meanwhile, when it is excessively high, substrate material of the film is damaged. Accordingly, the energy density of the beam is set to a range that the substrate material is not damaged but ablated. And, the height from the surface of the object 1 to a condenser lens is adjusted by a condenser lens supporting mechanism to alter an emitting area, thereby regulating the density.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-28900

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月2日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

B 4 4 D 3/16

B 4 4 D 3/16

Z

B 0 1 J 19/12

B 0 1 J 19/12

B

B 0 8 B 3/12

B 0 8 B 3/12

Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-59966

(22) 出願日 平成10年(1998) 3月11日

(31) 優先権主張番号 特願平9-121234

(32) 優先日 平 9 (1997) 5月12日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002107

住友重機械工業株式会社

東京都品川区北品川五丁目 9 番11号

(71) 出願人 591049918

日本航空株式会社

東京都品川区東品川二丁目 4 番11号

(72) 発明者 常見 明良

神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63番30号 住友重

機械工業株式会社総合技術研究所内

(72) 発明者 田草川 照彦

東京都大田区羽田空港 1-6-3 機装ビル

日本航空株式会社技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 高橋 敬四郎 (外 1 名)

最終頁に続く

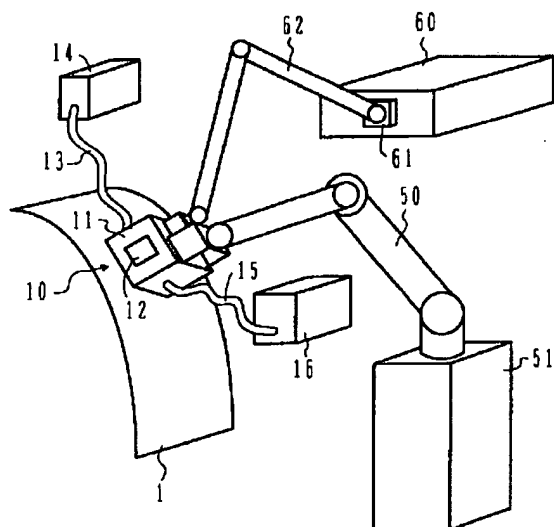
(54) 【発明の名称】 レーザ光を用いた塗装除去方法及びレーザ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 化学薬品を用いることなく、塗装膜の除去が可能な塗装膜除去方法、及びその塗装膜除去に適したレーザ処理装置を提供する。

【解決手段】 レーザ光を処理対象物の表面に照射し、かつ該処理対象物の表面におけるレーザ光のエネルギー密度を変化させることができるエネルギー密度可変光学系を用いて、表面に塗装膜が形成された処理対象物の該表面にレーザ光を照射する。該塗装膜の少なくとも上層部分がアブレーションにより除去される。

実施例におけるレーザ処理装置



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ光を処理対象物の表面に照射し、かつ該処理対象物の表面におけるレーザ光のエネルギー密度を変化させることができるエネルギー密度可変光学系を用いて、表面に塗装膜が形成された処理対象物の該表面にレーザ光を照射し、該塗装膜の少なくとも上層部分をアブレーションにより除去する工程を含む塗装除去方法。

【請求項2】 レーザ光を集光もしくは発散し処理対象物の表面に照射するレンズと、  
前記レンズを支持し、外部からの制御信号に基づいて、前記処理対象物表面から前記レンズまでの高さを調節するレンズ支持機構と、  
前記レンズの前記処理対象物表面からの高さを検出する高さセンサと、  
前記高さセンサからの出力信号が入力され、前記処理対象物表面から前記レンズまでの高さが一定になるように、前記レンズ支持機構を制御する制御手段と、  
前記レンズに入射するレーザ光の光路内に配置され、レーザ光の進行方向を変化させることにより、前記処理対象物の表面内の第1の方向にレーザ光の照射位置を移動させる第1の偏向器とを有するレーザ処理装置。

【請求項3】 さらに、前記レンズに入射するレーザ光の光路内に配置され、レーザ光の進行方向を変化させることにより、前記処理対象物の表面内の前記第1の方向と交わる第2の方向にレーザ光の照射位置を移動させる第2の偏向器を有する請求項2に記載のレーザ処理装置。

【請求項4】 さらに、前記レンズに入射するレーザ光の光路内に配置され、該レーザ光の光軸に垂直な断面形状をある形状に制限するアパーチャを有する請求項2または3に記載のレーザ処理装置。

【請求項5】 さらに、前記レンズに入射するレーザ光の光路内に配置され、該レーザ光の光軸に垂直な断面内の強度分布を一樣に近づけるホモジナイザを有する請求項2～4のいずれかに記載のレーザ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザ光を用いた塗装除去方法及びその塗装除去方法に適したレーザ処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】航空機等の機体外板の塗装除去には、主にメチレンクロライドと呼ばれる毒性の強い薬品が用いられている。従来は、塗装表面にこの薬剤を吹き付け、塗料を脆弱化させた後、手作業で塗装膜を機体外板表面からかき落とすことによって除去していた。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の塗装膜除去方法は作業効率が低く、除去物の回収及び廃棄処理にも

問題がある。

【0004】本発明の目的は、化学薬品を用いることなく、塗装膜の除去が可能な塗装膜除去方法、及びその塗装膜除去に適したレーザ処理装置を提供することである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の一観点によると、パルスレーザ光を処理対象物の表面に照射し、かつ該処理対象物の表面におけるレーザ光のエネルギー密度を変化させることができるエネルギー密度可変光学系を用いて、表面に塗装膜が形成された処理対象物の該表面にパルスレーザ光を照射し、該塗装膜の少なくとも上層部分をアブレーションにより除去する工程を含む塗装除去方法が提供される。

【0006】照射レーザ光のエネルギー密度が低すぎると、アブレーションが生じない。また、エネルギー密度が高すぎると、塗装膜の下地材料が損傷を受けてしまう。すなわち、塗装膜をアブレーションにより除去する際には、エネルギー密度の好適な範囲が存在する。エネルギー密度可変光学系を用いることにより、エネルギー密度を好適な範囲に設定することができる。

【0007】本発明の他の観点によると、レーザ光を集光もしくは発散し処理対象物の表面に照射するレンズと、前記レンズを支持し、外部からの制御信号に基づいて、前記処理対象物表面から前記レンズまでの高さを調節するレンズ支持機構と、前記レンズの前記処理対象物表面からの高さを検出する高さセンサと、前記高さセンサからの出力信号が入力され、前記処理対象物表面から前記レンズまでの高さが一定になるように、前記レンズ支持機構を制御する制御手段と、前記レンズに入射するレーザ光の光路内に配置され、レーザ光の進行方向を変化させることにより、前記処理対象物の表面内の第1の方向にレーザ光の照射位置を移動させる第1の偏向器とを有するレーザ処理装置が提供される。

【0008】処理対象物表面からレンズまでの高さを変えることにより、処理対象物表面におけるレーザ光のエネルギー密度を変えることができる。レーザ照射位置を移動させることにより、広い範囲にレーザ照射を行うことができる。

## 【0009】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施例によるレーザ処理装置の概略斜視図を示す。処理対象物1の表面にレーザ照射ヘッド10が接触している。レーザ照射ヘッド10は、処理対象物1側に開口を有する箱型容器11と、その内部に収納された光学部品を含んで構成されている。箱型容器11の側面に透明窓12が取り付けられており、透明窓12を通して内部を目視観察することができる。なお、箱型容器11自体を透明な材料で形成してもよい。

【0010】レーザ照射ヘッド10は、マニピュレータ

アーム50の先端に取り付けられている。マニピュレータアーム50は、マニピュレータ本体51により制御され、レーザ照射ヘッド10を処理対象物1の表面の所望の位置に移動させ支持する。

【0011】レーザ光発生装置60から出力したレーザビームが、ビーム整形用光学部品61、ビーム伝送用アーム62を通過してレーザ照射ヘッド10内に導かれる。

【0012】レーザ光発生装置60は、例えば横方向励起大気圧型CO<sub>2</sub>レーザ装置(TEA-CO<sub>2</sub>レーザ装置)である。TEA-CO<sub>2</sub>レーザ装置は、波長9~11μmのレーザビームをパルス的に出力する。

【0013】ビーム整形用光学部品61は、レーザ光発生装置60から出力したレーザビームの断面形状を所望の形に整形する。例えば、矩形の貫通孔を有するアパーチャにより構成され、レーザビームの断面形状を矩形に整形する。

【0014】ビーム伝送用アーム62は、例えば複数の関節を有する屈伸可能なアームであり、レーザ照射ヘッド10の移動に追随し、ビーム整形用光学部品61を通過したレーザビームをレーザ照射ヘッド10まで導く。

【0015】レーザ照射ヘッド10に、ガス導入管13及びガス排気管15が取り付けられている。ガス導入管13はガス供給装置14に接続されており、ガス供給装置14からガス導入管13を通してレーザ照射ヘッド10内にガスが導入される。ガス排気管15はガス排気装置16に接続されており、ガス排気装置16は、ガス排気管15を通してレーザ照射ヘッド10内のガスを排気する。

【0016】図2は、図1のレーザ照射ヘッド10の概略断面図を示す。処理対象物1側の面が開いた箱型容器11が、その開口の周囲を処理対象物1の表面にほぼ接するように保持されている。箱型容器11の開口部と対向する面に形成された貫通孔17にレーザ伝送用アーム62が連結されている。レーザ伝送用アーム62内を伝送されたレーザビーム63が、貫通孔17を通過して箱型容器11内に導入される。

【0017】箱型容器11内に導入されたレーザビームは、ハーフミラー20及びホモジナイザ31を透過し偏向器21及び22により反射され、集光レンズ23に入射する。集光レンズ23により集光されたレーザビームは、処理対象物1の表面に照射される。

【0018】ハーフミラー20は、レーザビームの一部を反射し、エネルギーセンサ30に入射させる。エネルギーセンサ30は、レーザビームのエネルギーを測定する。

【0019】ホモジナイザ31は、レーザビームの断面内の強度分布をほぼ一様にする。偏向器21及び22は、それぞれレーザビームの照射位置を、処理対象物1の表面内の相互に直交するY軸方向及びX軸方向に移動させる。偏向器21及び22は、例えばガルバノミラーにより構成される。偏向器21及び22をガルバノミラ

ーとした場合、レーザ照射位置の移動速度を一定に保つために、集光レンズ23をアークサインレンズとすることが好ましい。偏向器21及び22によるレーザビームの偏向角が時間に比例して変化する場合には、同様の理由から集光レンズ23をfθレンズとすることが好ましい。なお、偏向器21及び22として回転ポリゴンミラーを用いてもよい。また、fθレンズを用いた場合でも、ガルバノミラーの角度変化が時間に対して非線形になるように動作させることにより、レーザ照射位置での移動速度を一定に保つことが可能となる。

【0020】集光レンズ23は、集光レンズ支持機構24により箱型容器11の側面に取り付けられている。集光レンズ支持機構24は、処理対象物1の表面から集光レンズ23までの高さを調節することができる。集光レンズ23に、高さセンサ25が取り付けられている。高さセンサ25は、処理対象物1の表面から集光レンズ23までの高さを検出し、高さ制御装置26に検出信号を送出する。

【0021】高さ制御装置26には、予め高さ目標値が記憶されている。高さ制御装置26は、高さセンサ25から受信した検出信号に基づき、集光レンズ23の高さが目標値に近づくように集光レンズ支持機構24を制御し、集光レンズ23の高さを調節する。

【0022】箱型容器11内に、可視光レーザ装置32が設置されている。可視光レーザ装置32は、例えばHeNeレーザ装置等である。可視光レーザ装置32から出力された可視レーザビームは、ハーフミラー20により反射され、貫通孔17を通過して入射したレーザビームと同一の光軸に沿って伝搬する。従って、可視レーザビームは、処理対象物1の表面のうちTEA-CO<sub>2</sub>レーザ光とほぼ同一の領域を照射する。このため、図1に示す透明窓12を通してレーザビームの照射位置を目視観察することができる。

【0023】箱型容器11内に、ノズル40と41が配置されている。ノズル40と41は、箱型容器11の側壁に取り付けられたガス導入管13に連通している。ノズル40は、処理対象物1の表面のレーザビーム照射位置及びその近傍にガスを噴出する。ノズル41は、集光レンズ23の処理対象物1側の面に向かってガスを噴出する。このガス流により、処理対象物1の表面からの飛散物が集光レンズ23の表面に付着することを抑制することができる。

【0024】箱型容器11内に配置されたガス吸引口42が、箱型容器11の側壁に取り付けられたガス排気管15に連通している。ガス吸引口42の先端は、処理対象物1の表面のレーザ照射位置の方を向く。ガス吸引口42は、箱型容器11内のガスを排気するとともに、レーザ照射部分から飛散した除去物を排出することができる。

【0025】ガス吸引口42の先端近傍に、色センサ4

5

3及び温度センサ44が取り付けられている。色センサ43は、例えばCCDを含んで構成され、処理対象物1のレーザビーム照射位置及びその近傍の色を検出する。温度センサ44は、例えば放射温度計であり、処理対象物1の表面のレーザビーム照射位置及びその近傍の温度を検出する。例えば、航空機の機体表面の塗装膜除去時には、機体表面の温度を80℃以下に保った状態でレーザ照射を行う必要がある。温度センサ44で常時温度を観測することにより、機体表面の温度が80℃以上になる前にレーザ照射を停止する等の処置をとることが可能になる。

【0026】次に、図1及び図2に示すレーザ処理装置の動作を、処理対象物表面の塗装膜を除去する場合を例にとって説明する。

【0027】図2に示すレーザ照射ヘッド10に入射したレーザビームが、処理対象物1の表面に照射され、塗装膜がアブレーションにより除去される。処理対象物1の表面におけるレーザビームのエネルギー密度（フルエンス）が低すぎる場合には、塗装膜はアブレーションされない。また、エネルギー密度が高すぎる場合には、塗装膜の20 下地材料が損傷を受けてしまう。従って、レーザビームのエネルギー密度を、下地材料が損傷を受けず、かつ塗装膜がアブレーションされるような範囲に設定することが好ましい。なお、レーザ光発生装置60から出力されたレーザビームのエネルギー密度が十分高い場合には、集光レンズ23の代わりに発散レンズを用いる場合もあり得る。

【0028】集光レンズ支持機構24により、処理対象物1の表面から集光レンズ23までの高さを調節して照射領域の面積を変えることにより、エネルギー密度を調節30 することができる。エネルギー密度の好適な範囲は、下地材料及び塗装膜の種類によって異なる。従って、予め異なるエネルギー密度で予備実験を行い、好適なエネルギー密度の範囲、すなわち好適な集光レンズ23の高さを決定しておくことが好ましい。

【0029】高さ制御装置26に、集光レンズ23の好適な高さを記憶させておく。高さ制御装置26が、高さセンサ25により検出された高さと、予め記憶されている好適な高さとを比較し、好適な高さに近づくように集光レンズ支持機構24を制御する。この高さ制御により、40 常時好適なエネルギー密度でアブレーションを行うことができる。

【0030】偏向器22により、レーザビームの照射位置をX軸方向に掃引し、その後偏向器21によりY軸方向に照射位置をずらす。再び偏向器22により照射位置をX軸方向に掃引し、X軸方向に関して前回の掃引と同じ範囲にレーザ光を照射する。この掃引を繰り返すことにより、処理対象物1の表面のある領域の塗装膜をアブレーションにより除去することができる。

【0031】図1に示すマニピュレータアーム50を駆

6

動してレーザ照射ヘッド10の位置を移動させ、上記X軸及びY軸方向の掃引を繰り返し実行する。このようにして、処理対象物1の表面の広い領域の塗装膜をアブレーションにより除去することができる。

【0032】レーザ照射ヘッド10を移動させると、処理対象物1の表面の曲率の変化、凹凸等により、その表面から集光レンズ23までの高さが変動する場合がある。この場合、高さセンサ25と高さ制御装置26により、集光レンズ23の高さを一定に保つことができる。このため、処理対象物1の表面におけるレーザ光のエネルギー密度を一定に維持することができ、安定したアブレーションを行うことが可能になる。

【0033】なお、偏向器21による掃引方向と偏向器22による掃引方向とは、必ずしも直交させる必要はない。両者の掃引方向が相互に交わる関係にあればよい。

【0034】また、上述の掃引方法では、偏向器21と22を用いて2次元的に掃引する場合を説明したが、いずれか一方の偏向器のみを用いて1次元的に掃引を行ってもよい。この場合、図1に示すマニピュレータアーム50により、掃引方向に交わる方向にレーザ照射ヘッド10を移動させる。このようにして、処理対象物1の表面の広い領域にレーザビームを照射することができる。

【0035】ノズル40から処理対象物1の表面にガスを吹き付けることにより、表面の温度上昇を抑制することができる。なお、吹き付けガスとして、処理対象物1を酸化しないガス、例えばArガス、Heガス等の不活性ガス、もしくはN<sub>2</sub> ガス等を用いることが好ましい。なお、耐酸化性の高い材料を処理する場合には、空気を吹き付けてもよい。また、処理対象物1の表面から飛散した除去物は、ガス吸引口42から排出される。

【0036】このように、レーザアブレーションを利用することにより、有毒な化学薬品を使用することなく塗装膜の除去を行うことができる。

【0037】次に、図3を参照して塗装膜除去の実験結果について説明する。実験には、アルミ板の表面上に航空機の機体の塗装に使用される厚さ約80μmの塗装膜を形成したサンプルを用いた。レーザ光発生装置60は、繰り返し周波数100Hzでパルスレーザ光を出力するTEA-CO<sub>2</sub> レーザ装置である。処理対象物1の表面におけるレーザビームのエネルギー密度は約5J/cm<sup>2</sup>、照射領域の形状は、約14mm×1mmの長方形である。このとき、アブレーション除去される領域は約5mm×0.5mmの長形状である。ショット間の移動距離は約0.5mmである。また、レーザビーム照射位置のX軸方向の掃引速度を25mm/sとした。

【0038】図3は、レーザビーム照射履歴を示す。まず、矢印S1で示すように偏向器22によりX軸方向に約5cm掃引する。次に、偏向器21によりY軸方向に約0.5cmずらし、矢印S2で示すように再び偏向器22によりX軸方向に関して同じ範囲を掃引する。さら

に、Y軸方向に約0.5cmずらし、矢印S3で示すようにX軸方向に関して同じ範囲を掃引する。矢印S1～S3の掃引により、約5cm×1.5cmの長方形の領域にレーザービームを照射することができる。矢印S1～S3の掃引を3回繰り返して実行する。

【0039】その結果、アルミ板表面の塗装膜はほぼ完全に除去され、母材であるアルミ板の表面が露出した。アルミ板の表面の損傷は見られなかった。

【0040】上記実験では、処理対象物表面の同一領域に3回のレーザー照射を行った。レーザー照射回数を減らすことにより、塗装膜の下層部分を残し、上層部分のみを除去することができる。航空機の機体表面の塗装膜は、通常、接着及び防錆のためのプライマ層と、その上に塗布された化粧のためのトップコート層からなる。レーザー照射回数を調節することにより、例えばトップコート層のみを除去することが可能になる。

【0041】上記実施例では、レーザー光発生装置としてパルス発振型のTEA-CO<sub>2</sub>レーザー装置を用いた場合を説明したが、その他のレーザー装置を用いてもよい。例えば、Nd:YAGレーザー装置、Nd:YLFレーザー装置、エキシマレーザー装置、銅蒸気レーザー装置、COレーザー装置、半導体レーザー装置等を用いてもよい。また、パルス発振型に限る必要はなく、連続発振型のレーザー装置を用いてもよい。また、これらレーザー装置から出力されたレーザー光の高調波、例えば第2～第5高調波、またはラマン変換光等を用いてもよい。

【0042】以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。例えば、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

【0043】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、レーザーアブレーションを利用することにより、化学薬品を使用することなく、処理対象物の表面に形成された塗装膜を除去することができる。また、処理対象物表面から集光レンズまでの高さを調節することにより、レーザービームのエネルギー密度を好適な範囲に設定することがで

きる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例によるレーザー処理装置の概略を示す斜視図である。

【図2】図1に示すレーザー照射ヘッドの概略を示す断面図である。

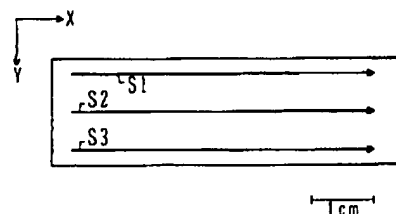
【図3】レーザービームの掃引の様子を説明するための図である。

【符号の説明】

- |       |            |
|-------|------------|
| 1     | 処理対象物      |
| 10    | レーザー照射ヘッド  |
| 11    | 箱型容器       |
| 12    | 透明窓        |
| 13    | ガス導入管      |
| 14    | ガス供給装置     |
| 15    | ガス排気管      |
| 16    | ガス排気装置     |
| 17    | 貫通孔        |
| 20    | ハーフミラー     |
| 21、22 | 偏向器        |
| 23    | 集光レンズ      |
| 24    | 集光レンズ支持機構  |
| 25    | 高さセンサ      |
| 26    | 高さ制御装置     |
| 30    | エネルギーセンサ   |
| 31    | ホモジナイザ     |
| 32    | 可視光レーザー装置  |
| 40、41 | ノズル        |
| 42    | ガス吸引口      |
| 30    | 43 色センサ    |
| 44    | 温度センサ      |
| 50    | マニピュレータアーム |
| 51    | マニピュレータ本体  |
| 60    | レーザー光発生装置  |
| 61    | ビーム整形用光学部品 |
| 62    | レーザー伝送用アーム |
| 63    | レーザービーム    |

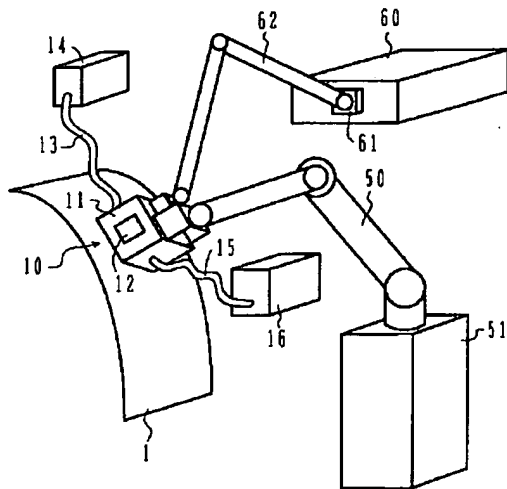
【図3】

レーザー照射履歴



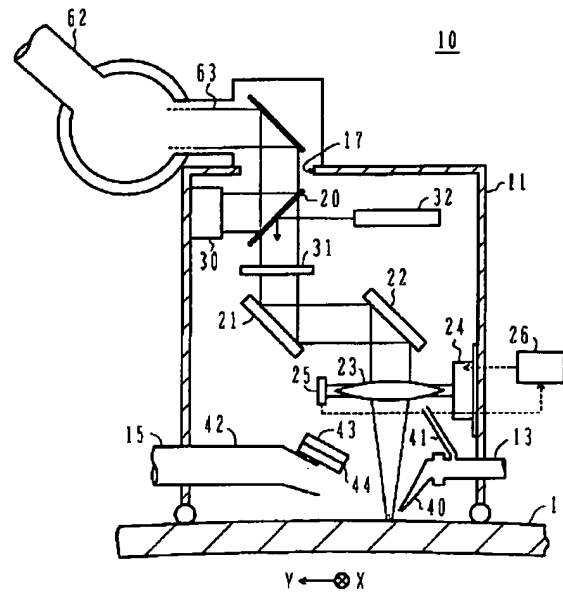
【図1】

実施例におけるレーザ処理装置



【図2】

レーザ照射ヘッド



フロントページの続き

(72)発明者 船曳 裕紀子  
 東京都大田区羽田空港1-6-3機装ビル  
 日本航空株式会社技術研究所内



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-028900

(43)Date of publication of application : 02.02.1999

(51)Int.Cl.

B44D 3/16  
B01J 19/12  
B08B 3/12

(21)Application number : 10-059966

(71)Applicant : SUMITOMO HEAVY IND LTD  
JAPAN AIRLINES CO LTD

(22)Date of filing : 11.03.1998

(72)Inventor : TSUNEMI AKIRA  
TAKUSAGAWA TERUHIKO  
FUNABIKI YUKIKO

(30)Priority

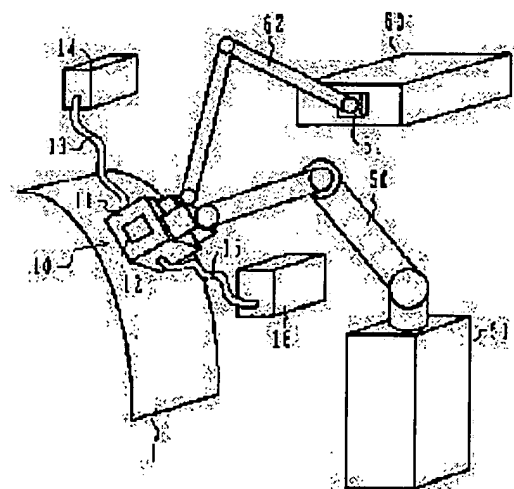
Priority number : 09121234 Priority date : 12.05.1997 Priority country : JP

## (54) METHOD FOR REMOVING COATING BY USING LASER BEAM AND LASER PROCESSOR

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To remove a coating film without using chemicals by emitting a laser beam to a surface of an object to be processed fromed with the film on its surface by using an energy density veritable optical system of the beam on the surface of the object, and removing an upper layer part of the film by ablation.

**SOLUTION:** A laser beam entering a laser emitting head 10 is emitted to a surface of an object 1 to be processed, and a coated surface is removed by ablation. When energy density of the beam on the surface of the object 1 is excessively low, the film is not ablated. Meanwhile, when it is excessively high, substrate material of the film is damaged. Accordingly, the energy density of the beam is set to a range that the substrate material is not damaged but ablated. And, the height from the surface of the object 1 to a condenser lens is adjusted by a condenser lens supporting mechanism to alter an emitting area, thereby regulating the density.



---

---

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

Copyright (C); 2000 Japan Patent Office

[JP,11-028900,A] □□□□

## NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

.. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

## Claim(s)]

Claim 1] The paint removal method which irradiates a laser beam using the energy-density good light variation study system to which a laser beam can be irradiated on the surface of a processing object, and the energy density of the laser beam in the front face of this processing object can be changed on this front face of a processing object on which the paint film was formed in the front face, and includes the process of this paint film which removes a part for a management by ablation at least.

Claim 2] Lasing equipment characterized by providing the following. The lens which condenses or emits and irradiates a laser beam on the surface of a processing object. The lens support mechanism in which support the aforementioned lens and the height from the aforementioned processing-object front face to the aforementioned lens is adjusted based on the control signal from the outside. The height sensor which detects the height from the aforementioned processing-object front face of the aforementioned lens. The 1st deflecting system made to move the irradiation position of a laser beam in the 1st direction of [ in the front face of the aforementioned processing object ] by being arranged in the optical path of the control means which control the aforementioned lens support mechanism, and the laser beam which carries out incidence to the aforementioned lens, and changing the travelling direction of a laser beam so that the output signal from the aforementioned height sensor may be inputted and the height from the aforementioned processing-object front face to the aforementioned lens may become fixed.

Claim 3] Furthermore, lasing equipment according to claim 2 which has the 2nd deflecting system made to move the irradiation position of a laser beam in the 1st direction of the above of [ in the front face of the aforementioned processing object ], and the 2nd direction at which it crosses by being arranged in the optical path of the laser beam which carries out incidence to the aforementioned lens, and changing the travelling direction of a laser beam.

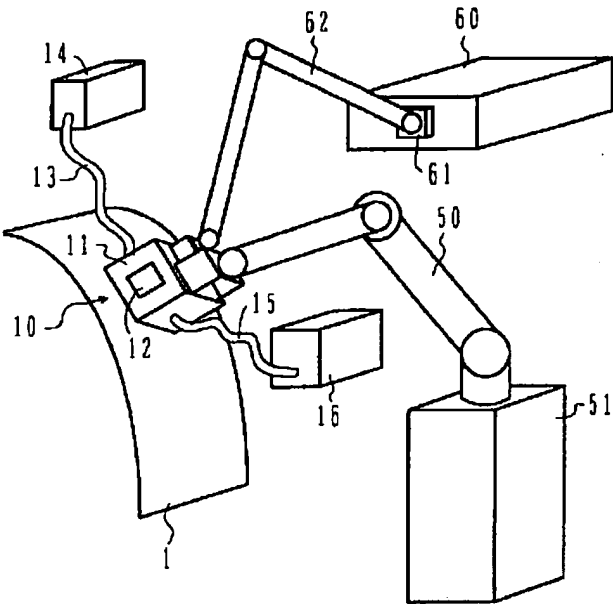
Claim 4] Furthermore, lasing equipment according to claim 2 or 3 which has the aperture which is arranged in the optical path of the laser beam which carries out incidence to the aforementioned lens, and restricts a cross-section configuration perpendicular to the optical axis of this laser beam to a certain configuration.

Claim 5] Furthermore, lasing equipment according to claim 2 to 4 which has the homogenizer which is arranged in the optical path of the laser beam which carries out incidence to the aforementioned lens, and brings uniformly the intensity distribution in a cross section perpendicular to the optical axis of this laser beam close.

Translation done.]

Drawing selection [Representative drawing] ☒

実施例におけるレーザ処理装置



Translation done.]

# NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

### Detailed Description of the Invention]

0001]

The technical field to which invention belongs] this invention relates to the lasing equipment suitable for the paint removal method of having used the laser beam, and its paint removal method.

0002]

Description of the Prior Art] The strong toxic chemical mainly called methylene chloride is used for paint removal of airframe shell plates, such as an aircraft. After spraying this medicine on the paint front face and carrying out the embrittlement of the paint conventionally, it had removed by failing to write a paint film with a handicraft from an airframe shell plate front face.

0003]

Problem(s) to be Solved by the Invention] The above-mentioned conventional paint film removal method has low working efficiency, and there is a problem also in recovery and abandonment processing of a removal object.

0004] The purpose of this invention is offering the paint film removal method which can remove a paint film, and the lasing equipment suitable for the paint film removal, without using chemicals.

0005]

Means for Solving the Problem] According to one viewpoint of this invention, pulse laser light is irradiated using the energy-density good light variation study system to which pulse laser light can be irradiated on the surface of a processing object, and the energy density of the laser beam in the front face of this processing object can be changed. This front face of a processing object on which the paint film was formed in the front face, and the paint removal method including the process of this paint film which removes a part for a management by ablation at least is offered.

0006] If the energy density of an irradiation laser beam is too low, ablation will not arise. Moreover, if an energy density is too high, furring of a paint film will receive an injury. That is, in case ablation removes a paint film, the range with a suitable energy density exists. By using an energy-density good light variation study system, an energy density can be set as the suitable range.

0007] The lens which according to other viewpoints of this invention condenses or emits and irradiates a laser beam on the surface of a processing object, The lens support mechanism in which support the aforementioned lens and the height from the aforementioned processing-object front face to the aforementioned lens is adjusted based on the control signal from the outside, So that the output signal from the height sensor which detects the height from the aforementioned processing-object front face of the aforementioned lens, and the aforementioned height sensor may be inputted and the height from the aforementioned processing-object front face to the aforementioned lens may become fixed. By being arranged in the optical path of the control means which control the aforementioned lens support mechanism, and the laser beam which carries out incidence to the aforementioned lens, and changing the travelling direction of a laser beam. The lasing equipment which has the 1st deflecting system made to move the irradiation position of a laser beam in the 1st direction of [ in the front face of the aforementioned processing object ] is offered.

0008] By changing the height from a processing-object front face to a lens, the energy density of the laser beam in a processing-object front face is changeable. By moving a laser radiation position, laser radiation can be carried out to a suitable range.

0009]

Embodiments of the Invention] Drawing 1 shows the outline perspective diagram of the lasing equipment by the

example of this invention. The laser irradiation head 10 touches the front face of a processing object 1. The laser irradiation head 10 is constituted including the core-box container 11 which has opening in a processing-object 1 side and the optic contained by the interior. The transparent aperture 12 is attached in the side of the core-box container 11 and visual observation of the interior can be carried out through the transparent aperture 12. In addition, you may form core-box container 11 the very thing with a transparent material.

0010] The laser irradiation head 10 is attached at the nose of cam of the manipulator arm 50. The manipulator arm 50 is controlled by the main part 51 of a manipulator, and it is made to move to the position of a request of the front face of processing object 1, and it supports the laser irradiation head 10.

0011] The laser beam outputted from the laser beam generator 60 is drawn in the laser irradiation head 10 through the optic 61 for beam plastic surgery, and the arm 62 for beam transmission.

0012] The laser beam generator 60 is longitudinal direction excitation atmospheric pressure type CO2. It is laser equipment (TEA-CO2 laser equipment). TEA-CO2 Laser equipment outputs a laser beam with a wavelength of 9-11 micrometers in pulse.

0013] The optic 61 for beam plastic surgery operates orthopedically the cross-section configuration of the laser beam outputted from the laser beam generator 60 in a desired form. For example, it is constituted by the aperture which has rectangle-like breakthrough and the cross-section configuration of a laser beam is orthopedically operated in the shape of a rectangle.

0014] The arm 62 for beam transmission is an arm which can be bent and stretched and which has two or more joint follows in footsteps of movement of the laser irradiation head 10, and draws the laser beam which passed the optic 61 for beam plastic surgery to the laser irradiation head 10.

0015] The gas introduction pipe 13 and the flueing pipe 15 are attached in the laser irradiation head 10. The gas introduction pipe 13 is connected to the gas supply system 14, and gas is introduced in the laser irradiation head 10 through the gas introduction pipe 13 from a gas supply system 14. The flueing pipe 15 is connected to flueing equipment 16, and flueing equipment 16 exhausts the gas in the laser irradiation head 10 through the flueing pipe 15.

0016] Drawing 2 shows the outline cross section of the laser irradiation head 10 of drawing 1. The core-box container 11 the field by the side of a processing object 1 carried out [ the container ] opening is held so that the front face of a processing object 1 may be mostly touched in the circumference of the opening. The arm 62 for laser transmission is connected with the breakthrough 17 formed in opening of the core-box container 11, and the field which counters. The laser beam 63 transmitted in the inside of the arm 62 for laser transmission is introduced in the core-box container 11 through a breakthrough 17.

0017] A one-way mirror 20 and a homogenizer 31 are penetrated, it is reflected by deflecting system 21 and 22, and incidence of the laser beam introduced in the core-box container 11 is carried out to a condenser lens 23. The laser beam condensed with the condenser lens 23 is irradiated by the front face of a processing object 1.

0018] A one-way mirror 20 reflects a part of laser beam, and it is made it to carry out incidence to the energy sensor 30. The energy sensor 30 measures the energy of a laser beam.

0019] A homogenizer 31 makes the intensity distribution in the cross section of a laser beam Mr. simultaneously Hajime. Deflecting system 21 and 22 moves the irradiation position of a laser beam to Y shaft orientations and X shaft orientations which intersect perpendicularly with mutual [ in the front face of a processing object 1 ], respectively. Deflecting system 21 and 22 is constituted by the galvanomirror. When deflecting system 21 and 22 is used as a galvanomirror, in order to keep the traverse speed of a laser radiation position constant, it is desirable to use a condenser lens 23 as an arc sine lens. When the deflection angle of the laser beam by deflecting system 21 and 22 changes in proportion to time, since it is the same, it is desirable to use a condenser lens 23 as ftheta lens. In addition, you may use a polygon mirror as deflecting system 21 and 22. Moreover, even when ftheta lens is used, it becomes possible making it operate so that angle change of a galvanomirror may become nonlinear to time to keep constant the traverse speed in a laser radiation position.

0020] The condenser lens 23 is attached in the side of the core-box container 11 according to the condenser lens support mechanism 24. The condenser lens support mechanism 24 can adjust the height from the front face of a processing object 1 to a condenser lens 23. The height sensor 25 is attached in the condenser lens 23. The height sensor 25 detects the height from the front face of a processing object 1 to a condenser lens 23, and sends out a detecting signal to the height control unit 26.

0021] Height desired value is beforehand memorized by the height control unit 26. Based on the detecting signal wh



received from the height sensor 25, the height control unit 26 controls the condenser lens support mechanism 24 so that the height of a condenser lens 23 approaches desired value, and it adjusts the height of a condenser lens 23.

[0022] Light laser equipment 32 is installed in the core-box container 11. Light laser equipment 32 is for example, He laser equipment etc. It is reflected by the one-way mirror 20 and the visible laser beam outputted from light laser equipment 32 is spread along with the same optical axis as the laser beam which carried out incidence through the breakthrough 17. Therefore, a visible laser beam is TEA-CO<sub>2</sub> among the front faces of a processing object 1. The same field as a laser beam is irradiated. For this reason, visual observation of the irradiation position of a laser beam can be carried out through the transparent aperture 12 shown in drawing 1.

[0023] Nozzles 40 and 41 are arranged in the core-box container 11. Nozzles 40 and 41 are open for free passage in the gas introduction pipe 13 attached in the side attachment wall of the core-box container 11. A nozzle 40 spouts gas to laser beam irradiation position of the front face of a processing object 1, and its near. A nozzle 41 spouts gas toward the field by the side of the processing object 1 of a condenser lens 23. By this gas stream, it can suppress that the scattering object from the front face of a processing object 1 adheres to the front face of a condenser lens 23.

[0024] The gas suction mouth 42 arranged in the core-box container 11 is open for free passage in the flueing pipe 15 attached in the side attachment wall of the core-box container 11. The nose of cam of the gas suction mouth 42 turns the laser radiation position of the front face of a processing object 1. The gas suction mouth 42 can discharge the remnant object which dispersed from the laser radiation portion while exhausting the gas in the core-box container 11.

[0025] Near the nose of cam of the gas suction mouth 42, the color sensor 43 and the temperature sensor 44 are attached. A color sensor 43 is constituted including CCD and detects the color of the laser beam irradiation position of a processing object 1, and its near. A temperature sensor 44 is a radiation thermometer and detects the temperature of the laser beam irradiation position of the front face of a processing object 1, and its near. For example, at the time of the paint film removal on the front face of an airframe of the aircraft, where the temperature on the front face of an airframe is kept at 80 degrees C or less, it is necessary to perform laser radiation. By always observing temperature by the temperature sensor 44, before the temperature on the front face of an airframe becomes 80 degrees C or more, it becomes possible to take the measures of suspending laser radiation.

[0026] Next, operation of the lasing equipment shown in drawing 1 and drawing 2 is explained taking the case of the case where the paint film on the front face of a processing object is removed.

[0027] The laser beam which carried out incidence to the laser irradiation head 10 shown in drawing 2 is irradiated by the front face of a processing object 1, and a paint film is removed by ablation. When the energy density (fluence) of laser beam in the front face of the processing management object 1 is too low, ablation of the paint film is not carried out. Moreover, when an energy density is too high, furring of a paint film will receive an injury. Therefore, it is desirable to set the energy density of a laser beam as a range to which furring does not receive an injury and ablation of the paint film is carried out. In addition, when the energy density of the laser beam outputted from the laser beam generator 60 is sufficiently high, a divergent lens can be used instead of a condenser lens 23.

[0028] An energy density can be adjusted by adjusting the height from the front face of a processing object 1 to a condenser lens 23, and changing the area of an irradiation field according to the condenser lens support mechanism 24. The range with a suitable energy density changes with kinds of furring and paint film. Therefore, it is desirable to conduct preliminary experiment with a beforehand different energy density, and to determine the range of a suitable energy density, i.e., the height of the suitable condenser lens 23.

[0029] The suitable height of a condenser lens 23 is stored in the height control unit 26. The height control unit 26 compares the suitable height beforehand remembered to be the height detected by the height sensor 25, and controls the condenser lens support mechanism 24 to approach suitable height. This height control can perform ablation with an always suitable energy density.

[0030] With deflecting system 22, the irradiation position of a laser beam is swept to X shaft orientations, and an irradiation position is shifted to Y shaft orientations with deflecting system 21 after that. An irradiation position is again swept to X shaft orientations with deflecting system 22, and a laser beam is irradiated about X shaft orientations at the same range as the last sweep. By repeating this sweep, the paint film of a field with the front face of a processing object is removable with ablation.

[0031] The manipulator arm 50 shown in drawing 1 is driven, the position of the laser irradiation head 10 is moved, and the sweep of the above-mentioned X-axis and Y shaft orientations is repeated and performed. Thus, the paint film of a target field of the front face of a processing object 1 is removable with ablation.

0032] If the laser irradiation head 10 is moved, the height from the front face to a condenser lens 23 may be changed with change of the curvature of the front face of a processing object 1, irregularity, etc. In this case, the height of a condenser lens 23 can be kept constant with the height sensor 25 and the height control unit 26. For this reason, the energy density of the laser beam in the front face of a processing object 1 can be maintained uniformly, and it becomes possible to perform stable ablation.

0033] In addition, it is not necessary to make the sweep direction by deflecting system 21, and the sweep direction by deflecting system 22 not necessarily intersect perpendicularly. Both sweep directions should just have the relation which crosses mutually.

0034] Moreover, although the case where it swept two-dimensionally using deflecting system 21 and 22 was explained in the above-mentioned sweep method, you may perform a sweep in one dimension only using one of deflecting systems. In this case, the laser irradiation head 10 is moved in the direction at which a sweep direction is crossed by the manipulator arm 50 shown in drawing 1. Thus, a laser beam can be irradiated to the lateral field of the front face of the processing management object 1.

0035] A surface temperature rise can be suppressed by spraying gas on the front face of a processing object 1 from a nozzle 40. In addition, inert gas, such as the gas which does not oxidize a processing object 1 as a blasting gas, for example, Ar gas, and helium gas, or N<sub>2</sub>. It is desirable to use gas etc. In addition, when processing an oxidation-resistant material, you may spray air. Moreover, the removal object which dispersed from the front face of a processing object 1 is discharged from the gas suction mouth 42.

0036] Thus, a paint film can be removed by using laser ablation, without using poisonous chemicals.

0037] Next, the experimental result of paint film removal is explained with reference to drawing 3. The sample in which the paint film with a thickness of about 80 micrometers used for paint of the airframe of the aircraft was formed on the front face of an aluminum board was used for the experiment. The laser beam generator 60 is TEA-CO<sub>2</sub> which outputs pulse laser light on the repeat frequency of 100Hz. It is laser equipment. The configuration of about 5 J/cm<sup>2</sup> as an irradiation field of the energy density of the laser beam in the front face of a processing object 1 is an abbreviated 4mmx1mm rectangle. At this time, the field by which ablation removal is carried out has the shape of an abbreviated 1mmx0.5mm rectangle. The travel between shots is about 0.5mm. Moreover, the trace speed of X shaft orientations of laser beam irradiation position was carried out in mm [ 25 //s ].

0038] Drawing 3 shows a laser beam irradiation history. First, as an arrow S1 shows, it sweeps about 5cm to X shaft orientations with deflecting system 22. Next, it shifts about 0.5cm to Y shaft orientations with deflecting system 21, as an arrow S2 shows, the same range is again swept about X shaft orientations with deflecting system 22. Furthermore, it shifts about 0.5cm to Y shaft orientations, and as an arrow S3 shows, the same range is swept about X shaft orientations. By the sweep of arrows S1-S3, a laser beam can be irradiated to the field of an abbreviated 5cmx1.5cm rectangle. The sweep of arrows S1-S3 is repeated 3 times, and is performed.

0039] Consequently, the paint film of an aluminum board front face was removed nearly completely, and the front face of the aluminum board which is a base material exposed it. The injury on the front face of an aluminum board was not seen.

0040] In the above-mentioned experiment, three laser radiations were performed to the same field on the front face of a processing object. By reducing the number of times of laser radiation, it can leave the lower layer portion of a paint film and only a part for a management can be removed. The paint film on the front face of an airframe of the aircraft usually consists of a primer layer for adhesion and rust prevention, and a topcoat layer for the makeup applied on it. By adjusting the number of times of laser radiation, it becomes possible to remove only for example, a topcoat layer.

0041] TEA-CO<sub>2</sub> of the pulse oscillation type as a laser beam generator in the above-mentioned example. Although the case where laser equipment was used was explained, you may use other laser equipments. For example, Nd: You may use YAG laser equipment, Nd:YLF laser equipment, excimer laser equipment, copper steamy laser equipment, CO laser equipment, semiconductor laser equipment, etc. Moreover, it is not necessary to restrict to a pulse oscillation type, an oscillation type laser equipment may be used. Moreover, you may use a higher harmonic, for example, the 2nd - the 5th higher harmonic, or the Raman conversion light of the laser beam outputted from these laser equipments.

0042] Although this invention was explained in accordance with the example above, this invention is not restricted to these. For example, various change, improvement, combination, etc. are possible -- this contractor -- obvious -- it will

0043]

[Effect of the Invention] The paint film formed on the surface of the processing object can be removed without using chemicals by using laser ablation according to this invention, as explained above. Moreover, the energy density of a laser beam can be set as the suitable range by adjusting the height from a processing-object front face to a condenser lens.

---

[Translation done.]